

电子技术与计算机 在农业工程上的应用

中国农业工程研究设计院情报室

1986年11月

目 录

1. 电子计算机在农业上的应用	(1)
2. 微电脑畜牧业科研应用软件	
——数据管理统计分析系统	(8)
3. 一种用于生物过程监测和控制的单板机	(14)
4. 种子数粒仪的研制	(21)
5. 农业电子测温仪的研制	(25)
6. 植物鲜重、水份仪的研制及其应用	(28)
7. 荷兰超大型现代化玻璃温室的自控系统和功能	(32)
8. 谷物干燥节能的探讨	(37)

电子计算机在农业上的应用

袁相瑞 (中国农业工程研究设计院)

王锡吾 (中国农业科学院)

江道琪 (国家计委计算中心)

一、电子计算机在农业上的用途

自从1945年第一台电子计算机诞生以来,人类社会又前进了四十年,今天,电子计算机技术已经深入到社会的各个领域,对推动社会生产发展起着巨大作用。同时,社会生产发展的需要,又促进了电子计算机科学的飞速发展。电子计算机被誉为人类大脑的延伸。

从国内外计算机在农业中广泛应用的情况分析,它在农业上的用途主要是:数值运算、信息处理、模拟试验、实时控制、辅助教学与辅助设计。数值运算主要指计算方法繁杂的科学计算和数值试验。信息处理包括经济信息、资源与环境信息、科技情报信息、社会生活信息等信息的产生、获取、存贮和利用。对这些信息进行数据处理(即数据综合分析),如文件库和数据库、图象信息处理(即对一个复杂的模式图象的判读或识别过程),如卫片的判读。模拟试验是对农业系统进行仿真试验,在满足系统总体功能前提下研究主要因子关系及其控制。实时控制又叫做过程控制,对预先规定的参数标准状态进行自动监测和调节,计算机实时控制是自动化的重要手段。辅助设计和辅助教学,如农业工程设施的设计,学生档案管理,课程教学等。

二、应用电子计算机技术,对农业现代化的重大意义

随着微电子技术的发展,世界新的技术革命正在到来,而以计算机技术为核心的信息革命是这次世界新的技术革命的重要特征。据外国的统计分析,在国民生产总值中,有58%都是同应用集成电路和计算机有关系的。

我国农业正处在世界新的技术革命的浪潮中开始实现两个转化。由自给半自给经济向大规模商品生产发展,由传统农业向现代农业发展。为了加速这两个转化,必须在农业上尽快地推广应用电子计算机技术。

电子计算机对农业现代化将起着关键作用,主要表现在以下几个方面。

1. 改造传统的农业信息管理体制,实现农业信息管理现代化,最大限度地发挥农业信息资源的社会经济效能。我们这里所指的农业信息管理包括农业生产和经济信息管理,环境和资源信息管理,科技情报信息管理。

(一) 农业生产和经济信息管理。众所周知,农业生产管理的效果直接取决于所得的信息的数量和速度及处理信息所发挥的效能。在传统的以手工为主体的处理数据条件下,不能保证现代农业管理所需信息的质量和速度。例如苏联中央统计局处理农业生产统计资料的情况表明,由它编制的内容包括农业生产分析的年度手册的主要指标,要到报告期的次年6~8月份才能出版。而且这些分析是以农业企业年度统计指标的10~15%为依据作出的。就是

说,报告期的生产统计结果不能及时准确地为下年度制订计划提供可靠依据。为此,苏联在1972年着手建立“苏联农业生产自动化管理系统”(ACY—CX),它是全苏自动化管理系统的组成部分,是通过电子计算机网络系统,对全国农业生产管理信息实现会计、核算、统计分析、预测和计算工作的自动化。到1980年全苏约有5631个包括农业系统在内的计算机管理系统投入运行,这些经济信息系统建成带来的效益是:部级管理系统指挥生产的结果增产7—9%,减少消耗8—10%,减少管理费用15—20%,投资回收期缩短到3.3年。罗马尼亚建立全国经济信息系统后使整个国民生产总值增长1%。

(二)环境和资源信息管理。环境和资源信息(包括水土资源、气象资源、动植物资源等)是一个国家编制农业区域规划,制订生产计划不可缺少的基础信息。它具有相对的稳定性,对于这类信息的管理,许多国家都建立了相应的信息管理系统,如美国农业研究中心建立了全国42万份农作物品种资源信息管理系统。日本筑波科学城用计算机管理约170种作物的3万2千个品种或品系,数据库贮存约30万条作物品种信息,这两个国家都实现了全国联机检索。育种工作者可以在全国各地通过计算机终端,随时向数据库输送新的品种信息或检索自己所需要的作物信息。日本国土地理院从1974年开始建立数字国土信息系统,存入了地貌、河流、地质、土地利用、行政区划等国土信息,提供给资源研究部门和国民经济各部门使用。加拿大、美国、西德、瑞典等国也先后建立了自己的土地资源管理或地理信息系统。

遥感信息电子计算机处理系统的建立和应用,使得遥感技术有了新的飞跃。国外,农业部门是遥感技术的最大支持者和最大受益者。墨西哥利用200多幅卫星照片完成了1.93亿公顷的土壤调查,每公顷成本才1美分;提供了全国水资源情况,从而制定出合理用水的计划。英国曾花了25年时间普查全国土地资源并加以分类,才得到一个粗略的资料。1976年用遥感和电子计算机技术,4个人工作9个月就把全国的土地分了五大类三十一个亚类,精度达到每5公顷以上的地块就有统计数字。美国过去编制一个州的土地利用,用飞机拍摄了2万张航空照片,44个人工作一年,耗费170万美元;而利用地球资源卫星只要14幅照片,在电子计算机上一个人工作一年半,耗费仅7.5万美元。象瑞典这么一个国家,只用了12分钟就绘制出一幅全国森林分类和分布图。

(三)科技情报信息管理。国外把能源、粮食、情报称为三大资源,情报叫做关键资源。

实践证明,一个国家的科技情报和科研管理的水平、能力、直接影响到各项事业的发展。据日本统计,1960年情报吸收量为产出量的23.6%,1968年降到15.9%,尽管信息处理技术的进步,这一剪刀差的发展趋势仍在严重地发展。这一现象的结果,使科研项目的重复一般达40%,人力物力的浪费是十分惊人的。因而科技情报信息管理的现代化,能够使大量已有的知识变成财富。据1980年报道,美国全社会的经济活动,社会活动所产生的经济效益中,有三分之二来自于有关的情报活动。我国安徽省肖县利用科技情报信息,引进一个鸡的优良品种,推广后当年在有限的专业户重点户中增加的产值达1800万元。据统计,全世界出版的书籍50万种、杂志10万多种,公开发行的文献每年500万篇,联合国粮农组织1981年报告指出,全世界每年平均产生25万份农业新资料。每天都有成千上万的情报信息象洪水一般地涌现。这些资料靠过去的方法来编目、积累和检索,利用是十分困难的。以计算机为核心的科技情报信息系统能够自动完成编目、贮存、检索、编辑等一整套情报资料管理工作,加速了情报资料转化为生产力的过程。美国建立的计算机化的文献查阅系统——近代研究情报系统

(CRIS), 可以向全国提供美国农业部及其53个州农业试验站的科技情报资料。联合国粮农组织1975年建立的农业科技情报网(AGRIS)有107个成员国, 在维也纳设有计算机处理中心, 在东南亚、欧洲九国共同体等地设有4个分中心。成员国不断地向AGRIS输入农业科技信息, AGRIS计算机处理中心定期提供农业文献资料和磁带。英联邦农业局也建立了这样的农业科技情报网(CAB)。

2. 实现农业生产过程控制和管理自动化, 确保农业生产的质量和数量。在日本, 以计算机控制作物生长环境为核心的自动化系统, 带来了10%的增产效果。美国用电子计算机管理25万头奶牛的奶牛场, 每头奶牛平均产奶量比不用电子计算机管理时增加了一倍, 奶牛场收入增加了两倍, 电子计算机的费用产出比为1比20(美元)。据介绍, 美国全国火鸡消费量中有7000万只只是利用电子计算机饲养的。美国古希饲料加工公司(Gooch Mill Corp.)是日产700吨饲料的加工中心, 当时用了2台IBM小型机。对各种饲料成分的测定、饲料配方的选择确定及配制加工过程实现了自动化管理。

据报导, 到1987年, 美国的农场主将购买九万四千台微型机来进行农场管理, 而现在大约百分之五的农场主已拥有计算机, 到1986年有40%的农场主可望购买计算机, 并局部地形成计算机信息网。匈牙利的国营农场和合作社已拥有了七百多台电子计算机。

3. 改革传统的农业科研、农业教育方法和手段, 实现农业科研和农业教育现代化。

国外计算机已广泛地应用于教学管理工作中, 包括课程设置、考试成绩及统计评定、学生档案管理、图书管理等。计算机辅助教学的课程的范围也很广, 例如美国伊利诺斯州有一计算机系统能够协助讲授107门课程, 包括生物遗传学和计算机程序设计语言。自学者只要使用自学程序就可以通过人机对话方式进行学习。这一教学关系的变革, 极大地有利于现代农业教育的普及, 加速了农业人才的培养。因此计算机课程不仅成为农业大学学位的必修课, 而且有的国家已决定在农业大学里培养使用计算机的专家。

农业科研中应用电子计算机技术, 几乎遍及农业的各个领域。由于电子计算机的丰富功能及高速运算, 可以大大缩短研究和设计周期, 代替人们进行大量的复杂的计算工作。而其它人工方法是不可相比的, 农业研究周期可以比传统的物理世界实验周期缩短数十倍到数百倍。理论上电子计算机可以对研究方案做无数次试验。对于有的农业研究(如农业结构)甚至不允许和不可能在物理世界上进行大规模试验。

目前国外电子计算机在农业科学研究中不仅用于微观系统的研究设计, 如单个农业工程、单项设备或一种作物一种家畜等, 同时已深入应用到宏观的社会和经济领域。根据国际应用系统分析研究所(IIASA)1977年6月出版的第RM-77-27号研究报告, 对农业系统的应用研究中, 已建立了16个国家(包括美国、苏联、南朝鲜、匈牙利等)的27个国家级的农业经济、社会模型, 并建立了国际级的世界农业投入产出模型, 世界价格模型等。例如美国的“国家——区域农业规划系统”模型, 从1972年起, 美国农业部经济研究中心就利用这一模型做长期规划, 规划结果已被联邦政府的有关部门采用。除此之外, 计算机还广泛应用于各种农业分系统的研究, 如果园管理的模拟模型, 灌溉管理的信息系统方法, 单品种鱼群的最佳管理, 通用畜牧生产系统设计和模型等。美国几家主要农机公司的农业机器选择模型, 可以通过商业性专用程序(如pro-Ag)直接为农场主咨询服务。又如国际性商业服务系统“OFR”利用电子计算机直接编制大规模农田基本建设机械化施工计划和选择最佳的机械系统, 通过商用卫星向世界各地用户服务。

利用电子计算机来模拟生物病虫害的研究,及时准确地进行病虫害预测预报,收到了实效。例如“美国棉铃虫”的防治策略就是通过棉铃虫种群系统模型和专用计算机软件(程序)模拟得到的。日本静冈县1976年已经用计算机预报水稻、柑桔的病虫害,在1977年也取得了验证,收到明显的防治对策效果。

为了适应计算机在农业上的广泛应用,除了建立农业专用计算机软件外,还设计发展了计算机通用软件,如 GENSTAT (General Statistical Program), SAS (Statistical Analysis System), Linear Programming, Dynamic Programming, GPSS (General Purpose Simulation System), GASP (General Activity Simulation Program) 等。有了这些相应的计算机软件,使得电子计算机在农业上的广泛应用才成为现实。随着软件开发和硬件功能的扩充,有了适应微型机的推广应用,国外已将许多大、中型机上的应用软件移植到微型机上,大大增加了微型机的应用领域。

三、我国现状与差距

我国电子计算机在农业上的应用,是从七十年代开始的,最初用于气象和水利部门,进行天气预报和水坝的工程设计,主要用来科学计算。1978年党的十一届三中全会以来,我国电子计算机在农业上的应用得到了迅速发展,已引起了各方面的重视,应用领域已扩大到农业、牧业、渔业、农机、农垦、农产品加工等部门的教学科研和生产方面。从科学计算扩大到信息处理、模拟试验、实时控制等,取得了一些初步效果,收到了一定的经济效益和社会效益。1983年时成立了农牧渔业部计算机领导小组,开始配合国家制订我国计算机的农业应用规划。

1. 农业信息管理方面的应用现状与差距。

我国已建立了3个小型(实验型)作物资源库,如中国农科院与中国科学院合作的作物种质库已在小型机(PDP-11/03)上建立了实验性系统,包括从国外引种的棉花、小麦、水稻三个子系统。上海农科院与上海计算机技术研究所以及浙江农科院与浙江大学分别在1983年建成了水稻遗传资源数据库,采用了CRCM EMCO公司的微型机及数据库管理系统(DBMS)。农牧渔业部和中国农业科学院计算中心从1983年开始建立全国县级统计资料和农村调查资料数据库。中国水产科学院东海水产研究所建立了捕捞资料数据库,贮存近十年来的海洋捕捞产量统计资料,可以以表格和渔场图的形式输出。上海市农科院建立了土壤污染数据的管理,中国计算机服务公司与新疆马纳斯河管理处合作建立的“马河流域灌溉防洪计算机信息管理系统”,1984年已投入运行。国家计划、统计部门已把计算机用于工农业的月报、季报、年报。

中国农业科学院科技情报所从1982年起利用大型机开展了CAB(英联邦农业局)农业文摘磁带的检索服务。少量单位还利用微型机进行小容量情报检索。

与国外先进水平比较,我国目前主要在单机和局部方面建立起小型的数据库,贮存的数据指标少,数据量小,服务对象非常有限,所以在农业信息管理方面尚属于起步阶段。

我国是10亿人口的大国,全国信息总量每年约 10^{12} — 10^{15} 位数,国民经济各部门周转的信息量相当于2500万页书的信息量,编制国民经济计划要对60位数进行一亿亿次运算。

我国有960万平方公里的国土资源(包括水、土、生物、气象等),如果按不同的地块精度划分,其中20%土地是1/4平方公里,10%的土地是1/9平方公里以及70%土地是1平

方公里作为土地实体,那么,建立国土资源信息管理,则需要 7.4×10^9 字节的信息存贮量。

我国的环境资源也是十分丰富的,例如我国作物的品种资源是世界作物体系中一支主流,据统计,世界上栽培植物(不包括花卉)近1200种,其中有200种起源于我国,是世界上最大的作物起源中心。1979年初统计表明,我国仅经过整理的大田作物合计43种,其品种总合达163000份。加上其它生物资源、信息量也是十分可观的。

象这样规模的生产和经济信息以及基础资源信息,我国还没有建立起这方面的计算机信息管理系统(包括网络系统)。而这些信息管理对制订农业发展计划和规划有着极大的影响。

我国还没有建立农业科技情报信息中心,严重阻碍了国内外的农业科技情报的交流和成果推广。

2. 农业生产方面的应用与差距

我国已在许多单项农业工程中采用电子计算机进行控制和管理。如棉花收购机解决了棉花收购计量开票等烦杂的手工作业。江苏谏壁大型泵站采用174路微型计算机巡回检测装置,使用效益比较明显,成本低寿命长,提高使用寿命10倍。黄河水利委员会在1980年利用国产计算机(TQ—16)和设计的应用软件系统,进行物资管理计算机化,包括立库、入库、调拨、分配和查询、表报处理等。

北京农业工程大学研制了带有微处理器,具有数据处理功能的6通道多用测试仪和用于拖拉机牵引性能测试的应用软件,已初步投入使用。中国农业科学院利用微型机实现了温室的温度、湿度、光照的简单控制。

农牧渔业部农垦局与中科院应用数学研究所协作,用计算机对前进农场的广丰纸厂的生产工艺进行优选,增产效果每年可达28.8万元。八一年农场的标准胶厂仅胶乳凝固浓度这一项工艺的优化改革,一年就可增收节支6百多万元,

计算机还用于多种禽畜鱼虾配合饲料的最佳配方选择。

1983年建成的我国农机试验中心装备了电子计算机系统对农机测试的信息处理,大大提高了我国农机鉴定工作的能力,测试效率和精确度。

从国内农业生产上应用电子计算机的现状分析,用计算机进行生产管理以及用微型机进行实时控制几乎是一个空白点,而我国的农业生产单位量大面广,提高这些单位的生产质量和数量,提高经济效益,对国民经济的发展是举足轻重的。

目前,我国国营农场系统仅有小型机1台,微型机(包括单板机)85台,全国国营农场总计2093个,平均每个农场的计算机占有量仅0.4台,这个数字比美国农场的计算机拥有数低125倍。

3. 科研教育方面的应用现状与差距

电子计算机技术在我国农业科研中的应用是比较广泛的,其中农业系统工程的开发应用,已开始逐步形成以电子计算机为中心的具有中国特色的决策支持系统。针对我国农业结构和社会经济特点,已建立省、地、县级农业生态经济模型近二十个,如海伦、桃园、长清、忻定、灵宝、固原、乾陵等县级农业模型。从调整现有农业结构方面取得了一定的实效。

系统工程在水稻规范化栽培技术中的研究与应用,已在湖南省娄底地区取得了实效。经过五年的研究与应用,目前已建立了我国第一个作物栽培生产管理的计算机应用软件系统,已开始对农户和生产管理部门提供咨询服务。由于采用了这项新技术,1983年全区早稻推广129万亩,增产稻谷1773.8万斤。1983年晚稻生产验证665亩,其平均技术因子增产幅度达

40.03%。利用电子计算机模拟植物病虫害的研究已取得了一定效果。1981年浙江慈溪晚稻稻瘟病的预测成果的应用及早提出防治策略，夺回了2000万斤粮食。微型机在小麦赤霉病流行规律及预测预报中的应用（浙江省农科院）也取得了实效。经1982年、1983年验证，预测值与实测值基本相符，不仅减少病害损失，且每亩节省药费0.5~1元。利用电子计算机来建立人工生态工程控制棉花蚜虫害是一项新的应用研究，取得了成效。1982年已在陕西大荔县试验6000亩，1983年推广到8万亩，完全控制了蚜虫害的发生，平均亩节省农药费0.6元，八万亩共节约4.8万元。

中国水产科学研究院对近海大面积水温预报20天和35天，平均绝对误差为 0.71°C ，已提供国家进行经常性预报。

中央气象局计算中心进行气象情报实时处理，提高了预报准确性，1981年提前两天预报四川暴雨雨量以及长江、黄河的洪峰，为防洪抢险，减轻灾害损失作了贡献。但是我国在进行天气尺度的定性短期预报中，其数据集中，加工要4~5小时，只相当于国外解决大尺度气象问题的初、中期所具有的水平。

农业科研中计算机应用是取得了不少成绩，但是由于系统方法的开发应用比国外约晚20年，加上农业计算机应用软件不足和原有农业科研人员的计算机知识严重欠缺，计算机数量很少，所以农业科研进展受到了限制。据1984年农牧渔业部直属单位调查，九个研究设计单位现有微型机38台，从事于计算机应用人员201人（包括部分硬件人员和操作人员），占九个单位的全部技术人员数7228人的2.78%。

农业教育中，目前部属农业大专院校已设置了计算机课程，但是由于原有师资知识的老化及计算机装备不足，农业院校，学生的计算机应用的能力仅局限于一般的教学练习上，缺乏计算机应用的系统训练。据1984年农牧渔业部直属13所高等院校统计，计算机方面的师资有39人，平均每所仅3名。现有装备共75台微型机，平均每所院校只5.8台计算机。没有一个院校建立计算机中心，而国内许多理工科大学均置备了大型计算机。由于这些原因，我国农业教育中计算机应用教育水平是远远落后于国外水平，也不能满足农业现代化的需要。

综上所述，我国农业上电子计算机应用水平的主要差距是：

第一、象我国这样一个地大物博人口多的国家，还没有建立一个统一的农业信息管理系统，提供充分可靠、统一完整的农业信息（包括生产、经济、环境资源、情报等）。严重影响对农业信息的再生产利用。而且各级农业部门还没有利用计算机来处理这些信息为农业决策服务。

第二、农业生产管理和农业生产过程控制，极少是利用计算机对获得的信息进行优化控制，因而生产不能在最佳状态下运行。生态效益差，经济效能很低，浪费大量的能源。

第三、人才、技术、装备严重不足。

我国目前计算机方面的科技队伍约10万人，而1981年美国独立的计算机服务业的软件人员就有32万人，苏联已形成一支30万人的全国各级信息处理的技术队伍（包括农业系统），比较这些数字可见我国农业部门直属单位的计算机方面人才是太少了。微型机的推广应用方面，1983年底全国已推广约2万台，而农业部门直属单位才151台，加上农垦系统的72台共223台，仅占全国微型机推广数的1%左右。

另外计算机应用软件（包括通用与农业专用软件）的开发也极不充分，因此也限制了计算机在农业上的广泛应用。

在现有人才结构中,还存在着农业专业人才的计算机应用理论和水平低的问题,而从事于计算机的专业人才又缺乏农业专业知识,因而使人才组合的总体效能不高。

四、对策和关键措施

结合我国国情,关键是组织领导,统一协调;核心是应用;突破口是建立农业信息管理系统;基础是人才培养。

1. 加强组织领导,做好统一规划。

目前,基层单位对开展计算机应用工作热情很高,急需加强领导、统一规划,组织协调,否则将会出现机型繁杂、无效的重复,打乱仗的分散局面。因此,首要任务是经过充分调查研究和论证,注意吸收国外先进技术经验,制订出一个切实可行的全农口计算机应用发展规划,纳入国家科技发展规划中。有了统一的规划,有明确的目标和阶段性任务,就可以集中力量,协同攻关。

2. 开展计算机农业应用,要采取两条腿走路的办法。一是大力普及微型机。要利用微型机广泛开展一些投资少、见效快、易推广的近期项目,重点是生产与业务管理、生产过程控制、技术改造等方法,争取早出成果,及早取得经济效益,培养并建立起一支从事计算机农业应用的专业人才队伍。二是着重考虑进行一些效益显著,具有全面性、长远性的重大项目。例如各类计算机农业信息系统,包括生产管理系统、自然资源信息系统、科技情报系统、经济活动信息和预测预报系统等。这些项目一般所需投资大、时间长、人力多,必须经过充分的调查研究和可行性分析,搞好整体设计和实施方案。这类重大项目具有战略意义,应该下决心集中人力财力物力重点组织多学科协同攻关,争取尽早实现技术突破。

3. 计算机的应用主要表现在信息化和数量化两个方面。因此抓应用工作的基础是要做好农业信息的采集、贮存、服务以及数量化方法(包括模拟方法)的搜集、应用和推广工作。为此,首先要建立计算机农业应用技术规范,包括建立统一的农业经济指标体系;统一建立农业生产、经济等信息的采集、记录、处理和评价的规范、准则及信息编码、简化机型、保证兼容,硬件选择要有一定的相对稳定性。

4. 农业经济管理中的计算机应用要抓住三个重要环节:即数据处理(因我国目前通讯水平低,故信息处理主要是数据处理)、经济预测、农业生产及经济计划的制订和优化。

5. 农业科研要用微型机更新科研手段,要结合农业生产部门开展推广应用微型机的研究。农业科研应与计算机专业人员合作,重点开发农业系统专用软件系统。结合我国国情,建立我国自己的应用软件,特别是农业专业化软件。这些软件系统的开发,应以农业系统各层次(如国家级、县级)和各分系统(如农、林、牧、渔等)的生产管理决策支持系统的应用软件为主,包括实现各类农业决策分析的方法库,数据库和模型库。把农业计算机应用软件作为国家计算机软件产业的一个重要部分。

6. 目前从事计算机农业应用的人才很缺,而教育培养人才有一个延迟,因此在人才队伍建设上也要两条腿走路。首先要充分发挥现有这方面专业人才的作用,其办法是:(1)有组织有计划地举办计算方法、信息处理系统和系统设计方面的培训班,对现有专业人员的培训。农业专业人员应进行计算机应用知识的速成补课,加速他们原有知识结构的更新,发挥他们在计算机农业应用中农业专业的优势。(2)加强计算机应用研究的科技情报交流,减少知识积压和重复低级劳动,促进应用研究成果的推广。(3)加强现有人才的组合,组织

攻关和分工协作,做到人才互补、知识互补,最大限度地发挥现有专业队伍的总体效能。与此同时,要在农业高等院校普及和加强计算机应用与软件设计的高等教育,培养出农业专业的计算机应用专家和人才。在农业生产基层部门要积极开展计算机应用的初级教育,特别是要做好基层农业领导人员的普及教育,更好地推动计算机在农业上的应用。

7. 计算机在农业上应用需要大量资金,全部由国家来负担是有困难的,除了重点应用工程项目由国家集中投资外,生产单位推广应用的资金应以自筹为主,并用自身的经济效益来补偿。研究成果应该商品化,不断扩大应用研究的资金来源,推动应用研究的发展。

微电脑畜牧业科研应用软件

——数据管理统计分析系统

熊福祥 (广东省家禽科学研究所)

近年来许多育种工作者根据数量遗传学的原理提出了很多畜禽的遗传育种遗传设计方法和分析模型来研究畜禽的数量性状的遗传变异规律、正确设计育种程序、决定选择方法、预测遗传进展等,但很多是由于计算繁杂而还未能得以很好地应用,因此迫切需要利用微电脑作为助手去解决问题,但我国畜牧业微电脑应用方兴未艾,现虽建立了一些应用软件,但为数不多。在生物科学方面也建立了一些应用软件,但通常不是偏重于数据管理(如一般的DBMS等),就是仅提供相互独立的统计子程序,国外虽然已有一些同时兼顾数据管理和统计分析两方面的大型软件包,但又失之过大,非一般科研单位所能应用,在畜牧业科研应用方面现还未见报道适合本专业特点的系统的数据库管理统计软件包,因此为解决这一急待解决的问题特编制本软件。

主 要 功 能

本软件结合畜牧业科研试验的特点编制和收集了较常用的数量遗传和生物统计试验设计分析模型和方法,利用数据库,文件管理系统的原理和参考国内外较先进的统计软件包和统计分析程序,编制了本系统软件。它兼顾数据管理和统计分析两方面。

一、数 据 管 理 功 能

1. 文件定义

所有的数据都以文件形式贮存于磁盘上。畜牧业科研试验数据通常都可以用1至3维数组来描述,并且每次试验数据都是整存整取,因此本系统采用顺序文件进行存取。一个试验一个文件,并且同时把1至3维的控制量也按一定的形式存入文件中,用简练的形式提示存取数据的结构和方法。

系统中的文件名格式为:〈文体名〉、〈文件号〉、〈后缀名〉在文件名输入时由于文件定义是通过本系统自动进行的,因此用户只需要按系统的提示分别输入文件名即可。用户

输入的文件名可根据试验数据的特征部分来命名,用以区分不同试验数据之用。例如:用户可以自己规定文件名为,〈研究室代号〉、〈课题组代号〉、〈试验代号〉,也可以再把数据的结构特征(如1—3维数组分别用1—3来表示)编入文件名。文件名的字节不得超过8个字符,文件号在P—15范围内取值,系统中文件名可以通过人机对话在存取时作为“菜单”显示出来。这样用数据的特征命名文件名可以区分各项试验数据,了解数据结构特征和防止误用错用数据。

2. 数据的组织和输入

对于简单的矩形结构的数据,只需先输入试验组数和每组的试验样本数,然后依次输入各组样本的值即可。系统会自动地把各试验组数和每组样本数作为循环控制量依次读入各组变量的值。

由于畜牧业试验往往因各种因素的影响,难以做到各组样本数相同。甚至试验开始时样本数相同,但中途由于试验畜禽的疾病、死亡、淘汰等往往造成各组样本数不等,这是本专业试验数据的一个重要特点。例如:非配对试验两样本均数差异显著性检验,处理内观察次数不等的方差分析,次级样本含量不等的方差分析,亦出现数据结构的长度不等的情况。对于这些特殊结构的数据,本系统也可按简单矩阵结构来处理。只要在输入各组样本值时先输入该组样本的个数即可,而不用通常用保留系统缺损值的方法处理。这样既可以统一输入格式,又可节省储存单元和便于统计分析处理。

3. 文件修改和添加

本软件含有修改文件子程序。其做法是打开一个新文件,从旧文件中按顺序读入数据,没有错的地方就写入新文件中,找到错的地方先进行修改(即重新输入正确的数据),再写入新文件。也可以在行编辑 EDLIN 状态下完成文件修改工作。

由于顺序文件修改比较麻烦,所以在数据输入时,在写入文件之前加入一个校对修改输入数据的子程序。若校对时发现输入错误即重新输入正确的数据;若没有错误时按“1”即可写入文件,这样可以尽量减少输入错误。

在文件后面添加数据只需用添加方式打开已建立的文件即可实现,系统备有此子程序。

3. 文件操作

在畜牧业科研试验中往往要求对同一个试验数据从不同角度进行多项统计分析,因此文件的数据结构不一定符合统计分析所要求的结构。在统计分析前需对文件进行重新排序,组合和连接等。

①重新排序,即对指定的变量按要求对数据进行排序。其做法是打开一个新文件按顺序读入数据,需要重新排序的地方就写入文件,不变的地方就不写,然后再打开一个文件按照新排序的要求分别读取二个文件数据并写入新文件,如图1所示:

②文件组合:即把2个或2个以上文件重新按一定要求组合成一个新文件。其做法是打开一个新文件按要求分别读取若干个文件的数据写入新文件,如图2所示:

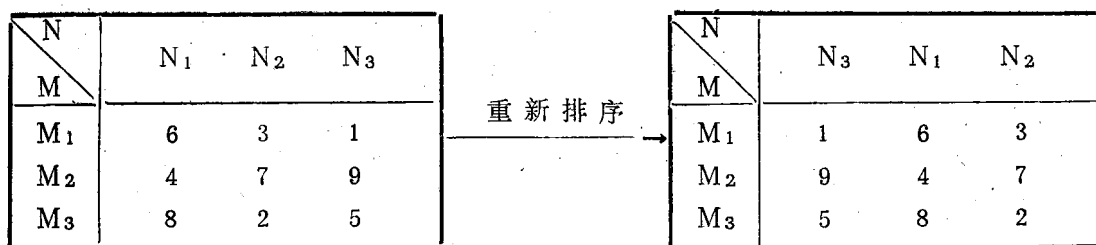


图1 数据文件重新排序示意图

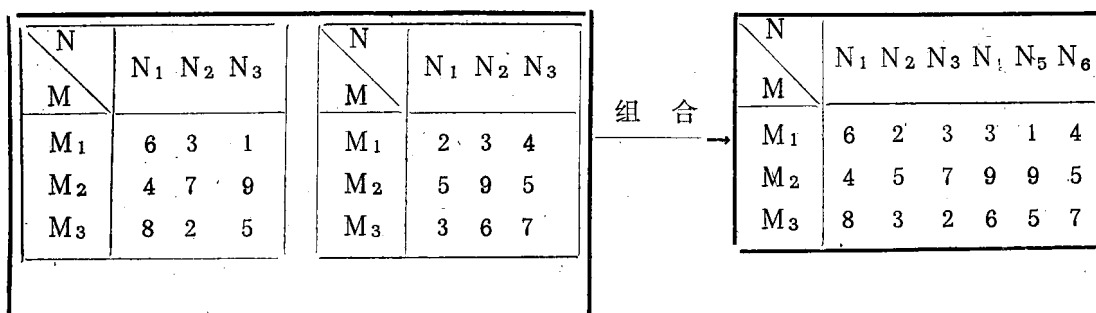


图2 文件组合示意图

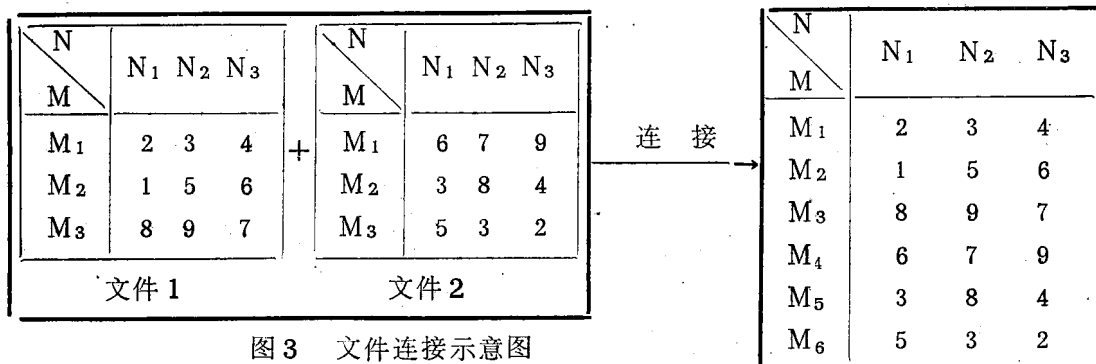


图3 文件连接示意图

注：M，N分别表示各试验组编号和对应组各样本的值

新文件

系统含有以上所示的有规律的组合形式的子程序，也提供了由用户自己任意组合的子程序。

③文件的连接：即把二个或二个以上的文件按顺序连接成一个新的文件，其做法是：再打开一个新文件，逐项读入一个文件的数据，写入新文件后再逐项读入需连接的下一个文件的数据，并写入新文件。如图3所示。

IBM-PC 的内存中一共有16个缓冲区供磁盘文件存贮时使用。由于一个文件存贮时需要占用一个缓冲区，所以最多同时对16个文件进行存贮。本系统利用这一功能可以同时打开16个以下的文件完成各项文件操作。

16个缓冲区对应的磁盘文件分别用# 0 ~ # 15来标志，这就是文件存贮时用到的文件号。

在文件操作中所需要的缓冲区即文件号由系统内部自动分配。用户只需按提示调用相应的文件操作子程序即可。

二、统 计 分 析 功 能

本软件提供了32个畜牧业常用的数量遗传生物统计模型和算法程序库。它可以归纳为如下五大类：

1. 描述统计量计算：对一批试验数据进行统计量描述计算。如平均数($\bar{x}$)、标准差(S_x)、标准误($S_{\bar{x}}$)、变异系数(C 、 V)、最大值、最小值、平均数的置信区间、以及各项遗传参数、综合选择指数等。

它们可以是独立的子程序计算也可以是嵌套在其它程序中。

2. 显著性检验点

①均数差异显著性检验(T检验)，提供各种情况下的检验模型。

②X(卡方)检验：包括适合性检验和 2×2 表、 $2 \times C$ 表、 $C \times R$ 表三个独立性检验模型。

③U检验：包括样本与总体的比较测验和样本与样本的对比测验模型。

④相关系数、通经系数、回归系数、复回归系数、复相关系数、偏相关系数、遗传相关、遗传力等的显著性检验。

它们可以独立进行或结合其它统计分析进行。

3. 相关分析类：包括简单相关和复相关、偏相关的一般计算方法和结合本专业的各项分析模型和算法。可以用原始数据进行分析，也可以用中间分析结果如平均数、标准差等来计算分析。

4. 通经分析和回归分析类：包括直线回归与曲线回归、多种情况的通经分析，并提供多种显著性检验。可以利用原始数据进行分析，也可以用中间分析结果如平均数、标准差、相关系数等进行计算分析。

5. 方差分析与最小二乘分析类：包括一元方差分析、多元方差分析、协方差分析和多种情况下的最小二乘分析，并能进行多重比较。

以上五类功能不仅可以互相独立，而且可以互相联系包含，具有连续处理能力，以适应畜牧业科研试验的特点。例如：统计分析往往要求同一批数据用多种统计模型和算法由浅入深地连续分析处理，逐步揭示试验的各种性质。例如：通常可先计算描述统计量掌握数据的基本特征，然后进一步进行显著性检验、相关分析等进一步揭示其内在联系，在此基础上选择进一步的统计分析模型进行更深一步的研究。这种多种分析计算一气呵成是本系统的一个主要特点，并且一种分析模型备有多种不同算法供用户选择以适应各种不同背景的需要。如回归分析备有“反向计算”算法，即先建立全部变量的回归方程，再根据F检验剔除变量。但当提供筛选的变量很多，而重要的变量很少时，这种算法是低效率的。甚至若正规方程阶数过大，则解的精度必然下降。有时还可能由于变量间的不完全独立性而引起超“病态”或退化。因此系统还提供了逐步回归法，即根据变量重要性大小，每步选一个重要变量进入回归方程。当然这种“有进无出”的算法仍不够完备，今后还拟继续收集入一种“有进有出”的算法。它不仅考虑到按变量的贡献大小逐一选出重要变量，而且考虑到较早被选入回归方程的某些变量有可能随着后来另一些变量的选入而失去原有的重要性。因此在不断选入的同时，也不断地把这类变量剔除出去，从而使最终的回归方程只保留重要的变量。类似这样的情况很多。现在系统备有不同算法，但其算法仍有一定的局限性，还需进一步的扩充。

分析模型和算法，以进一步完善各种需要。如图4所示可了解本系统各功能关系及操作流程。

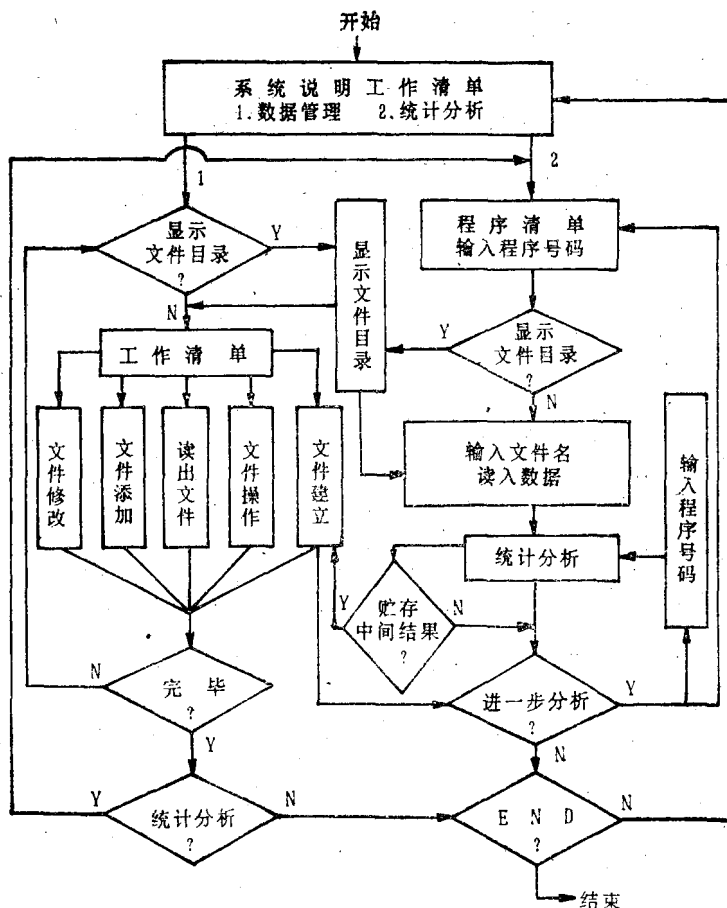


图4 系统功能流程粗框图

作业举例

假定某肉用鹅产肉性能试验原始数据贮存在名为：“WG503302 DAT”的文件中（W为水禽室代号、G为鹅试验代号、503302为85年3月30日试验结束、2表示为数据用二维数组来存取（其中包括初生重、第1—10周龄体重及各组试验鹅（样本）只数、拟进行10周龄体重与各周龄体重相关分析、通径分析和根据各周龄体重对10周龄体重的影响重要程度选择最优回归曲线，以便为制定最优选留种程序提供理论根据。其操作流程如图5所示。

本软件主要是为基层科研工作者设计的，同时照顾到初学者，因此编入了目前普遍应用的数量遗传和生物统计模型，也有少数未普遍使用，但在畜牧业科研中比较重要、有推广价值的统计分析模型和算法，并且通过人机对话提示原始数据、统计分析模型的结构、算法和操作要求，因此对于畜牧业科研工作者只需掌握一般上机操作常识即可使用。同时本软件只需稍加修改也可用于农业上其他专业的数据处理及统计分析。

键入	显示	说明
RuN "system" "1"	系统说明 工作清单 数据管理功能清单	启动本系统 若已经选该数据, 文件在系统中
"C"	请输入文件名	可键入 "2" 选择统计分析功能。
"WG503302"	提问数据是几维数组, 每组数据是否相等及输入试验组数和每组样本数等。	
2, "y", 11, 80 70, ...7053	提示输入各组各样本的值 提示数据文件已建立、还需建立其他文件或进行其他文件操作吗?	表示是二维数组, 且各组样本数相等, 共有11个组, 每组有80个样本, 按提示依次输入各样本的数值。
"N"	提问需要进行统计分析吗?	
"Y"	显示程序清单, 请输入你需要的程序号	若回答 "N", 即不需要进行统计分析
"CI"	提问要显示文件目录吗?	如需要可键入 "y" 调用显示文件目录子程序
"N"	请输入文件名	
"WG503302"	显示各相关系数 提问进一步分析吗?	系统自动读入数据并低值给变量
"D2"	打印各通径系数, 决定系数提问进一步分析吗?	输入程序名直接进入通径分析, 如果不知道程序号可键入
"D4"	提示输入 F 值 最后打印最优回归方程, 提问需进一步分析吗?	"2", 即显示程序清单供选择。若需要贮存中间结果, 则键入 "C" 调用建立文件程序, 可以以连接文件方式打开原文件连接在数据后面, 也可重新建立一个新文件。
"N"	提问 END?	
"Y"	结束	

图 5: 实例操作流程示意图

进一步的设想

广大科研工作者迫切要求既能利用计算机来解决问题, 又不必花费太多力来编制程序及深入研究电子计算机理论和技术。因此软件充分考虑到程序本专业的通用性和操作的简易性。尽管本软件能够基本上解决了本专业统计分析中繁杂计算的问题, 使各种分析模型和方法都能得以应用, 为课题深化创造大条件, 并且具有功能通用性、操作简易性和处理连续性, 比独立的统计子程序更灵活, 方便和通用。但作为一个程序包, 它还很不完善, 极待进一步的改进, 主要表现在如下六个方面:

1. 数据结构的灵活性, 虽然本软件能对数据文件进行修改, 重新排序, 组合和连接等

数据管理功能,但数据变换、编辑功能仍有待进一步加强。

2. 可以进一步收集更多更全面的分析模型和方法,应尽量包含本专业的所有常用的分析模型和算法,供用户在不同条件下的选择。

3. 利用现成的数据库软件的多样化的输出格式、尽量增加必要的各种表格、图表等的打印子程序供用户选择。

4. 可把各种显著性分析的各种常用的显著数值表贮存于系统内,以实现检验的自动化。

5. 由于众多的统计分析模型和算法,特别是对于不大会用计算机的用户,往往会发生误用的问题,因此可研究把本专业有关的统计分析的基本知识贮存于系统内、以辅助用户正确选择统计模型和算法。

6. 进一步利用现成的汉卡软件实现汉字的人机对话、改善用户环境、使其具有更大的适应性。

一种用于生物过程监测和控制的单板机

徐 鹏 (北京市营养源研究所)

生物工程的飞速发展对生物过程进行监测和控制的要求越来越高。传统上能进行监测和控制的过程参数仅局限于能用传感器直接测得的一次参数,如温度、pH 值、搅拌速度和通气量等,这种状况已经满足不了发展的需要。

本文介绍一种用于微生物发酵过程监测和控制的单板机,将它与常规的测量仪表连接起来,不仅能用来“直接测量”出用传感器无法直接测出的二次参数,在现场可以用数字显示或记录仪记录下来,还能对这些参数进行联机数字直接控制(DDC)。

以美国 Intel 公司的 SDK85型(CPU为8085)单板机为基础,配上A/D和D/A输入、输出转换接口及 EPROM 扩展板等接口卡组成了下列的测量和控制系统:

1. 呼吸商测试系统
2. 微生物菌体浓度测试系统
3. 通用生物过程参数控制系统

以上三个系统的硬件配备完全一致,区别仅在于 EPROM 中写入的程序不一样,因而任一套系统只要更换其中的 EPROM 即可变为相应的另一套系统。这样就可以根据不同的使用要求随意变换功能,充分发挥其作用。

一、呼吸商测试系统

微生物菌体在生长过程中,呼吸商(RQ—respiratory quotient)是反映其生长特性的一个重要参数,但是却没有传感器能将它直接测量出来。

根据呼吸商的定义,它是由单位时间所产生 CO_2 的克分子浓度与所吸收的氧克分子浓度之比:

$$\text{RQ}(t) = \frac{Q_{\text{CO}_2}/M_{\text{CO}_2}}{Q_{\text{O}_2}/M_{\text{O}_2}} = \frac{Q_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{O}_2}}{Q_{\text{O}_2} \cdot M_{\text{CO}_2}}$$

其中:

Q_{CO_2} ——单位时间所产生的 CO_2 克/升·时

Q_{O_2} ——单位时间所吸收的 O_2 克/升·时

M_{CO_2} —— CO_2 的克分子量 (44克/克分子)

M_{O_2} —— O_2 的克分子量 (32克/克分子)

而氧吸收率 Q_{O_2} (QUR—oxygen uptake rate)

由下列公式计算:

$$Q_{O_2}(t) = Q_{O_2}^E(t) - Q_{O_2}^A(t)$$

$$= Q_{O_2}^E(t) \cdot \frac{X_{OG}^E [1 - X_{CG}^A(t)] - X_{OG}^A(t) [1 - X_{CG}^E]}{X_{OG}^E [1 - X_{OG}^A(t) - X_{CG}^A(t)]}$$

$$Q_{O_2}^E(t) = \frac{V_G^N(t)}{VF(t)} \cdot \rho_{OG}^N$$

$$\rho_{OG}^N = \frac{P_N \cdot X_{OG}^E \cdot M_{O_2}}{R \cdot T_N}$$

其中:

$Q_{O_2}^E$ ——单位时间通入的 O_2 (克/升·时)

$Q_{O_2}^A(t)$ ——单位时间所排出的 O_2 (克/升·时)

X_{OG}^E ——通入气体所含 O_2 的浓度(克分子分数), 一般这是一个常数, 通入气体为空气时, $X_{OG}^E = 0.2094$ (克分子分数)

X_{CG}^E ——通入气体中所含 CO_2 的浓度(克分子分数), 一般也为常数, 通入气体为空气时, $X = 0.0003$ (克分子分数)

$X_{OG}^A(t)$ ——排气中所含 O_2 的浓度(克分子分数)

$X_{CG}^A(t)$ ——排气中所含 CO_2 的浓度(克分子分数)

$V_G^N(t)$ ——通入气体的流量(米³/时, 标准状态)

$V_F(t)$ ——发酵罐中培养液的体积(米³)

ρ_{OG}^N ——标准状态下空气中 O 的密度(克/米³)

$$\rho_{OG}^N = 298.9878 \text{ 克/米}^3$$

P_N ——标准大气压(1克/厘米²)

T_N ——标准温度(绝对温度273·15°K)